



**Offenlegungsschrift**  
**DE 198 56 617 A 1**

Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 N 2/04**  
F 02 M 51/06

(21) Aktenzeichen: 198 56 617.4  
 (22) Anmeldetag: 8. 12. 1998  
 (43) Offenlegungstag: 21. 6. 2000

⑦ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

**(72) Erfinder:**  
 Klügl, Wendelin, 92358 Seubersdorf, DE;  
 Schmutzler, Gerd, Dr., 93138 Lappersdorf, DE;  
 Lewentz, Günter, 93055 Regensburg, DE; Lehmann,  
 Stefan, 93053 Regensburg, DE; Fitzner, Stefan,  
 93170 Bernhardswald, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

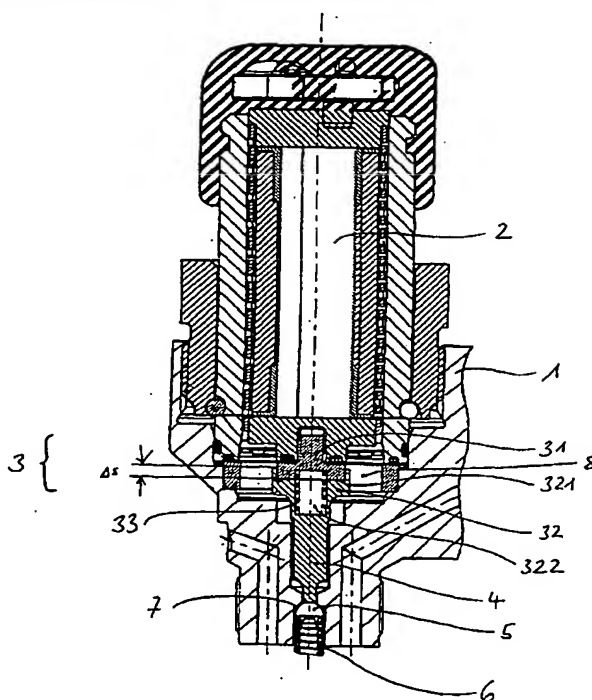
DE	37 42 241 C2
DE	196 30 443 A1
DE	196 27 982 A1
DE	195 00 706 A1
DE	34 18 707 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

**⑤4 Element zur Übertragung einer Bewegung und Einspritzventil mit einem solchen Element**

57) Zwischen dem Piezoaktor (2) und dem Ventilelement (5) eines Servoventils für ein Einspritzventil ist ein spielausgleichendes Übertragungselement (3) vorgesehen, das einen Antriebskolben (31) und ein Aufnahmeelement (32) umfaßt, die teleskopartig ineinandergreifen und die eine Kammer (322) mit einem hydraulischen Medium umschließen. Der Spalt zwischen Antriebskolben (31) und Aufnahmeelement (32) ist so bemessen, daß ein kurzzeitiger Druckanstieg in der Kammer (322) nicht ausgeglichen wird, länger andauernde Druckdifferenzen jedoch abgebaut werden.



**DE 198 56 617 A 1**

**DE 198 56 617 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Element zur Übertragung einer Bewegung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und insbesondere ein Einspritzventil mit einem solchen Element. Ein solches Element ist aus der DE 197 08 304 A1 bekannt.

Für die Kraftstoffversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend Hochdruck-Speichereinspritzsysteme verwendet. Solche Einspritzsysteme sind als Common-Rail-Systeme (für Dieselmotoren) und HPDI-Einspritzsysteme (für Ottomotoren) bekannt. Bei diesen Einspritzsystemen wird der Kraftstoff mit einer Hochdruckpumpe in einen allen Zylindern des Motors gemeinsamen Druckspeicher gefördert, von dem aus die Einspritzventile an den einzelnen Zylindern versorgt werden. Die Steuerung des Öffnens und Schließens der Einspritzventile kann elektromagnetisch oder elektrisch erfolgen, etwa mittels Piezoaktoren, die aus einer Anzahl von aufeinandergestapelten Piezoelementen bestehen.

Der Piezoaktor wirkt dabei in der Regel auf ein Servoventil ein, das hydraulisch den Druck steuert, der auf die Düsen-nadel des Einspritzventils ausgeübt wird. Die Düsen-nadel des Einspritzventils wird also vom Piezoaktor nicht direkt angesteuert, sondern indirekt über das Servoventil.

Das aus der eingangs genannten Druckschrift bekannte Element zur Übertragung einer Bewegung besteht aus einem Übertragungsmodul, das bei der Verwendung in einem Einspritzventil zwischen dem Piezoaktor und einem Antriebsstempel für das Servoventil angeordnet ist. Das Übertragungsmodul ist im wesentlichen zylinderförmig ausgebildet und weist eine Druckkammer auf, die von einer flexiblen Membran begrenzt ist. An der flexiblen Membran liegt der Antriebsstempel für das Servoventil an. Von der Druckkammer führt eine Verbindungsbohrung mit Drosselwirkung zu einer Ausgleichskammer, die im Inneren des Übertragungsmoduls vorgesehen ist und durch eine vorgespannte Federplatte abgeschlossen ist. Die Druckkammer und die Ausgleichskammer sind mit einem hydraulischen Medium gefüllt. Über der Ausgleichskammer ist eine starre Abdeckplatte angeordnet, an der der Piezoaktor anliegt.

Im Ruhezustand überträgt sich der Druck des Übertragungsmediums aus der Ausgleichskammer durch die Verbindungsbohrung in die Druckkammer, so daß die flexible Membran immer am Antriebsstempel anliegt, auch wenn sich die Gesamtlänge der Anordnung durch thermische Effekte oder Alterungseinflüsse ändert. Andererseits kann das hydraulische Übertragungsmedium bei Ansteuerung des Piezoaktors nicht schnell genug aus der Druckkammer abfließen, so daß sich bei einer elektrischen Ansteuerung des Piezoaktors, bei der die Ansteuerzeiten im Bereich von Millisekunden liegen, die Bewegung des Piezoaktors über das Übertragungsmodul praktisch unverändert auf den Antriebsstempel für das Servoventil überträgt.

Die bekannte Anordnung hat jedoch den Nachteil eines komplizierten Aufbaus, da die Verbindungsbohrung und die Ausgleichskammer einschließlich der das Übertragungsmedium unter Druck setzenden Federplatte innerhalb des Übertragungsmoduls ausgebildet sind. Das hydraulische Übertragungsmedium ist unter Druck im Übertragungsmodul eingeschlossen. Schon eine geringe Undichtigkeit im System führt zu einem Verlust von Übertragungsmedium. Der resultierende Druckabfall im Übertragungsmodul hat unmittelbar einen Ausfall des Übertragungsmoduls und damit des Einspritzventils zur Folge.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, das eingangs genannte Element zur Übertragung einer Bewegung so auszugestalten, daß es bei einfachem Aufbau zuver-

lässig ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den diesem Anspruch 1 folgenden Ansprüchen angeführt. Das erfindungsgemäße Element wird vorzugsweise in Verbindung mit einem Einspritzventil für Verbrennungsmotoren angewendet.

Gemäß der Erfindung ist zwischen einem Aktor und einem Stellglied ein spielausgleichendes Übertragungselement vorgesehen, das einen Antriebskolben und ein Aufnahmeelement umfaßt, die teleskopartig ineinandergreifen und die eine Kammer mit einem hydraulischen Medium umschließen. Der Spalt zwischen Antriebskolben und Aufnahmeelement ist so bemessen, daß ein kurzzeitiger Druckanstieg in der Kammer nicht ausgeglichen wird, länger andauernde Druckdifferenzen jedoch abgebaut werden.

Das erfindungsgemäße Übertragungselement hat den Vorteil, ein für Störungen wenig empfindliches offenes System zu bilden, mit dem variierende Abstände ausgeglichen und überbrückt werden können. Es gibt keine kompliziert geformte Bauteile; die Montage ist einfach und die Bauteiltoleranzen können herabgesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Übertragungselements ist, daß das hydraulische Medium im Ruhezustand nicht unter einem erhöhten Druck steht. Es ist damit möglich, den Raum um das Übertragungselement bei einem Einspritzventil zum Beispiel an das im wesentlichen drucklose Kraftstoff-Rücklaufsystem anzuschließen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Darstellung in der Zeichnung näher erläutert, die einen Schnitt durch das Oberteil eines Einspritzventils zeigt.

Die Figur der Zeichnung zeigt schematisch einen Teil eines Einspritzventils im Schnitt. In das Gehäuse 1 des Einspritzventils ist ein Piezoaktor 2 eingebaut. Der Piezoaktor 2 wirkt, wenn er elektrisch über (nicht gezeigte) Zuleitungen angesteuert wird, über ein Übertragungselement 3 auf einen Ventilstößel 4 ein. Der Ventilstößel 4 liegt an einem Ventilelement 5 eines Servoventils an. Das Ventilelement 5 wird, solange der Piezoaktor 2 nicht angesteuert ist, von einer Ventolfeder 6 in seinen Ventilsitz 7 gedrückt.

Bei der Ansteuerung des Piezoaktors 2 hebt der Ventilstößel 4 das Ventilelement 5 vom Ventilsitz 7 ab, so daß auf die bekannte Weise Kraftstoff am Ventilelement 5 vorbei abfließen kann und sich dadurch das Einspritzventil öffnet.

Um jegliches Spiel zwischen dem Piezoaktor 2 und dem Ventilelement 5 auszuschließen, ist das Übertragungselement 3 als hydraulisches Ausgleichselement ausgebildet. Dazu besteht das Übertragungselement 3 aus einem Antriebskolben 31, der fest am Piezoaktor 2 angebracht oder fest damit verbunden ist, und einem Aufnahmeelement 32, das fest mit dem Ventilstößel 4 verbunden oder damit einstückig ausgebildet ist.

An der dem Antriebskolben 31 zugewandten Seite ist der Außendurchmesser des Aufnahmeelements 32 größer als der des Antriebskolbens 31. Der im Verbindungsbereich im wesentlichen zylindrische Antriebskolben 31 ragt um eine Strecke  $s$  in eine zylinderförmige axiale Vertiefung 321 im Aufnahmeelement 32. Zwischen der zylindrischen Außenwand des Antriebskolbens 31 und der zylindrischen Innenwand der Vertiefung 321 ist ein geringer Abstand oder ein kleiner Spalt vorgesehen.

Antriebskolben 31 und Aufnahmeelement 32 bilden somit Innenteil und Außenteil einer Teleskopanordnung, zu deren Längenverstellung Innenteil und Außenteil, das heißt Antriebskolben 31 und Aufnahmeelement 32, relativ zueinander axial verschiebbar sind, wobei sich die Strecke  $s$  ändert, um die sich Antriebskolben 31 und Aufnahmeelement

32 in Axialrichtung überdecken.

An der dem Aufnahmeelement 32 zugewandten Stirnseite des Antriebskolbens 31 und/oder an der dem Antriebskolben 31 zugewandten Stirnseite des Aufnahmeelements 32 ist/sind Aussparungen vorgesehen, die eine Kammer 322 bilden. Die Kammer 322 ist vorzugsweise radialsymmetrisch um die Längsachse des Übertragungselements 3 ausgebildet. In der Kammer 322 ist eine Feder 33 angeordnet, vorzugsweise eine Spiralfeder, die Antriebskolben 31 und Aufnahmeelement 32 in Axialrichtung auseinanderdrückt.

Die Feder 33 bewirkt somit, daß der Ventilstößel 4 auch im Ruhezustand unabhängig von Längentoleranzen, thermischen Längenänderungen und dergleichen immer spielfrei sowohl an dem mit dem Piezoaktor 2 verbundenen Antriebskolben 31 als auch am Ventilelement 5 des Servoventils anliegt. Dabei liegt die Stirnseite des Antriebskolbens 31 außerhalb der Kammer 322 nicht direkt an der gegenüberliegenden Stirnseite der Vertiefung 321 im Aufnahmeelement 32 an.

Im Betrieb ist die Kammer 322 im Übertragungselement 3 mit einem hydraulischen Medium gefüllt. Auch der Raum 8 um das Übertragungselement 3 im Gehäuse 1 des Einspritzventils enthält hydraulisches Medium. Das hydraulische Medium ist vorzugsweise der Kraftstoff für den jeweiligen Motor.

Es ist nicht erforderlich, daß das hydraulische Medium im Raum 8 unter einem erhöhten Druck steht. Der Raum 8 kann daher, wenn das hydraulische Medium der Kraftstoff ist, zum Beispiel mit der im wesentlichen drucklosen Kraftstoff-Rückleitung vom Einspritzventil zum Tank des Fahrzeugs in Verbindung stehen. Der Raum 8 kann aber auch durch Membranen, Dichtscheiben und dergleichen nach außen abgeschlossen sein.

Auch in der Kammer 322 im Übertragungselement 3 steht das hydraulische Medium im Ruhezustand, das heißt bei geschlossenem Einspritzventil, nicht angesteuertem Piezoaktor 2 und ausgeglichenen thermischen und sonstigen Effekten, im wesentlichen nicht unter einem erhöhten Druck. Erst wenn der Piezoaktor 2 angesteuert wird und dadurch seine Länge vergrößert, wird vom Antriebskolben 2 Druck auf das hydraulische Medium ausgeübt. Da das hydraulische Medium den damit verbundenen schnellen Druckanstieg nicht durch schnelles Abströmen durch den engen Spalt zwischen der zylindrischen Außenwand des Antriebskolbens 31 und der zylindrischen Innenwand des Aufnahmeelements 32 abbauen kann, gibt es diesen Druck über das Aufnahmeelement 32 an den Ventilstößel 4 weiter, so daß sich Antriebskolben 31, Aufnahmeelement 32 und Ventilstößel 4 zusammen nach unten bewegen und das Ventilelement 5 des Servoventils gegen die Wirkung der Ventilfeeder 6 vom Ventilsitz 7 wegdrücken.

Der Abstand oder Spalt zwischen der zylindrischen Außenwand des Antriebskolbens 31 und der zylindrischen Innenwand der Vertiefung 321 im Aufnahmeelement 32 ist wie gesagt so gering, daß während der kurzen Zeit der Ansteuerung des Piezoaktors 2 das hydraulische Medium nicht durch diesen Spalt aus der Kammer 322 entweichen kann. Andererseits ist dieser Abstand oder Spalt jedoch so bemessen, daß während der restlichen, viel längeren Zeit eines Arbeitstaktes, in der das Ventil geschlossen ist, durch diesen Spalt Flüssigkeit in die Kammer 322 strömen kann, um im Zusammenwirken mit der Feder 33 ein eventuelles Ventilspiel auszugleichen. Auf die gleiche Weise erfolgt ein Ausgleich durch langsames Abfließen des hydraulischen Mediums, wenn der Piezoaktor 2 etwa aufgrund thermischer Effekte bereits im nicht angesteuerten Zustand permanent Druck auf das Übertragungselement 3 ausübt, der das Ventilelement 5 gegen die Wirkung der Ventilfeeder 6 vom Ven-

tilsitz 7 abzuheben sucht. Der Ausgleich kann gegebenenfalls in jeder Richtung bei jedem Arbeitstakt erneut stattfinden.

Der Abstand der Stirnseite des Antriebskolbens 31 von der Stirnseite des Aufnahmeelements 32 um die Kammer 322 herum ist auf jeden Fall groß genug, um das Aus- und Einströmen des hydraulischen Mediums bei den genannten Ausgleichsvorgängen nicht zu behindern. Gegebenenfalls können durch Abstandhalter, Nuten oder dergleichen in diesem Bereich geeignete Zu- und Abströmkanäle geschaffen werden.

Die vorliegende Erfindung ist gekennzeichnet durch das Übertragungselement 3, das teleskopartig aufgebaut ist. Eine Teleskopanordnung besteht im einfachsten Fall aus einem Außenteil, in dem koaxial ein Innenteil angeordnet ist, das sich relativ zum Außenteil in Richtung der gemeinsamen Längsachse der beiden Teile verschieben läßt, wodurch sich die Gesamtlänge der Teleskopanordnung ändert.

Bei der vorliegenden Erfindung bildet der Raum, der den Außenteil und Innenteil der Teleskopanordnung umschließt, die Kammer, in der sich das hydraulische Medium befindet, das zur Übertragung von Kraft und einer Bewegung unter Druck gesetzt werden kann. Der Abstand zwischen der Außenwand des Innenteils und der Innenwand des Außenteils der Teleskopanordnung ist so bemessen, daß dadurch die Verbindung mit Drosselwirkung zwischen der als Druckkammer wirkenden Kammer 322 und dem Ausgleichsraum 8 hergestellt wird. Bei einer länger bestehenden Druckdifferenz zwischen Druckkammer und Ausgleichsraum kann so das hydraulische Medium zwischen Außenteil und Innenteil der Teleskopanordnung in die Druckkammer hinein bzw. daraus abfließen. Ein schneller Druckanstieg in der Druckkammer als Folge einer Betätigung des Aktors 2 kann jedoch nicht ausgeglichen werden, so daß sich über den erhöhten Druck eine Kraft und damit eine Bewegung übertragen läßt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Elements, die bei einem Einspritzventil für einen Verbrennungsmotor zur Anwendung kommt, besteht aus lediglich drei einfach gestalteten Teilen; dem Antriebskolben 31, der fest am Piezoaktor 2 des Einspritzventils angebracht ist, dem Aufnahmeelement 32, das fest an einem Ventilstößel 4 für das Servoventil angeordnet oder einstückig damit ausgebildet ist, und der Feder 33 zwischen Antriebskolben und Aufnahmeelement. Antriebskolben 31 und Aufnahmeelement 32 bilden das Innenteil bzw. Außenteil einer Teleskopanordnung. Die hydraulische Funktion dieses Übertragungselements 3 wird von der Form und der Bemessung von Antriebskolben und Aufnahmeelement bestimmt, insbesondere vom Abstand der Außenwand des Antriebskolbens von der gegenüberliegenden Innenwand des Aufnahmeelements und dem Grad der Überdeckung von Antriebskolben und Aufnahmeelement.

Vorzugsweise taucht der zylinderförmige Antriebskolben um eine Strecke  $s$  in die zylinderförmig ausgeformte axiale Vertiefung 322 im Aufnahmeelement 32 ein. Die gegenüberliegenden Stirnseiten von Antriebskolben 31 und Aufnahmeelement 32 weisen axiale Aussparungen auf, die die Kammer 321 für das hydraulische Übertragungsmedium bilden. Der Abstand oder Spalt zwischen Antriebskolben 31 und Vertiefung 321 ist so bemessen, daß bei der kurzzeitigen periodischen Ansteuerung des Servoventils über den Piezoaktor praktisch kein hydraulisches Medium aus der Kammer 322 entweicht, andererseits aber während der viel längeren restlichen Zeit des Arbeitstaktes, in der das Ventil geschlossen ist, die Kammer bei einer Änderung der Gesamtlänge der Anordnung spielausgleichend mit hydraulischem Medium befüllt werden kann bzw. das Medium aus der Kam-

mer abfließen kann. Der Ausgleich kann bei jedem Arbeitsstakt stattfinden.

#### Patentansprüche

1. Element zur Übertragung einer Bewegung von einem Aktor (2) zu einem Stellglied (5), mit einem spielausgleichenden Übertragungselement (3) zwischen dem Aktor (2) und dem Stellglied (5) mit einer Kammer (322), in der sich ein hydraulisches Medium befindet, das unter Druck gesetzt werden kann, um dadurch die Bewegung zu übertragen, wobei eine Verbindung von der Kammer (322) zu einem anderen Raum (8) besteht, die derart ausgebildet ist, daß ein kurzzeitiger Druckanstieg in der Kammer (322) im wesentlichen nicht zu einem Ausströmen des hydraulischen Mediums aus der Kammer (322) führt, eine zeitlich länger anhaltende Druckdifferenz jedoch einen Ausgleich des hydraulischen Mediums zwischen dem Raum (8) und der Kammer (322) bewirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Übertragungselement (3) ein Außenteil (31; 32) und ein Innenteil (32; 31) umfaßt, die teleskopartig längsverschiebbar ineinandergreifen, wobei in dem von Außenteil (31; 32) und Innenteil (32; 31) umschlossenen Raum die Kammer (322) ausgebildet ist, und wobei der Spalt zwischen der Außenwand des Innenteils (32; 31) und der Innenwand des Außenteils (31; 32) so bemessen ist, daß dadurch die obige Verbindung zwischen der Kammer (322) und dem Raum (8) hergestellt wird.
2. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Außenteil (31; 32) und Innenteil (32; 31) eine Feder (33) angeordnet ist, die Außenteil (31; 32) und Innenteil (32; 31) in Längsrichtung auseinanderdrückt.
3. Element nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder (33) in der Kammer (322) angeordnet ist.
4. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenteil von einem Aufnahmeelement (32) gebildet wird und das Innenteil von einem Antriebskolben (31), wobei der Antriebskolben (32) axial verschiebbar in eine Vertiefung (321) im Aufnahmeelement (32) ragt.
5. Element nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (322) durch eine Aussparung im Antriebskolben (31) und/oder dem Aufnahmeelement (32) gebildet wird.
6. Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder (33) derart in der Kammer (322) zwischen Antriebskolben (31) und Aufnahmeelement (32) angeordnet ist, daß der Antriebskolben (31) und das Aufnahmeelement (32) in Längsrichtung auseinandergedrückt werden.
7. Element nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebskolben (31) mit dem Aktor (2) fest verbunden ist.
8. Element nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufnahmeelement (32) mit einem Stößel (4), der auf das Stellglied (5) einwirkt, fest verbunden oder einstückig damit ausgebildet ist.
9. Einspritzventil zur Einspritzung von Kraftstoff in einen Verbrennungsmotor, dadurch gekennzeichnet, daß das Einspritzventil ein Element nach einem der Ansprüche 1 bis 8 umfaßt, wobei das Element zwischen einem Piezoaktor (2) und dem Ventilelement (5) eines Servoventils angeordnet ist.
10. Einspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das hydraulische Medium der für den

Motor verwendete Kraftstoff ist.

11. Einspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum (8) mit einer im wesentlichen drucklosen Kraftstoffleitung in Verbindung steht.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

